

**LAPORAN  
PENELITIAN KEILMUAN**



**PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI DINAMIKA MOLEKUL  
UNTUK TOPIK GAYA GRAVITASI PADA GERAK PLANET**

**Herawati,S.Pd.,M.Si (NIDN. 0009127709)  
Dr. Dodi Sukmayadi (NIDN. 0027076108)  
Heni Safitri,S.Pd.,M.Si. (NIDN. 0010037706)**

**UNIVERSITAS TERBUKA  
SEPTEMBER 2014**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI**

**Judul Penelitian** : Pengembangan Model Simulasi Dinamika Molekul untuk Topik Gaya Gravitasi pada Gerak Planet

**Kode>Nama Rumpun Ilmu** : 773/Pendidikan Fisika

**Ketua TPP**

a. Nama Lengkap : Herawati,S.Pd.,M.Si

b. NIDN : 0009127709

c. Jabatan Fungsional : Lektor

d. Program Studi : Pendidikan Fisika

e. Nomor HP : 085697906968

f. Alamat Surel (email) : hera@ecampus.ut.ac.id

**Anggota Peneliti (1)**

a. Nama Lengkap : Dr. Dodi Sukmayadi

b. NIDN : 0027076108

c. Perguruan Tinggi : Universitas Terbuka

**Anggota Peneliti (2)** :

a. Nama Lengkap : Heni Safitri,S.Pd.,M.Si.

b. NIDN : 0010037706

c. Perguruan Tinggi : Universitas Terbuka

Lama Penelitian Keseluruhan : 2 tahun

Penelitian Tahun ke : 1 (pertama)

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 30.000.000,-

Biaya Tahun Berjalan : 2014

Tangerang Selatan, Desember 2014

Dekan FKIP-UT

Ketua Peneliti,

Dr. Udan Kusmawan, M.A, P.hD.  
NIP. 196904051994031002

Herawati, S.Pd.,M.Si.  
NIP. 199712092002122001

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian UT

Ir. Kristanti Ambar Puspitasari, M.Ed, Ph.D  
NIP. 196102121986032001

## **SURAT PERNYATAAN REVIEWER-1**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sandra Sukmaning Adji  
NIP : 195901051985032001  
Jabatan : Penelaah 1

Telah menelaah laporan penelitian

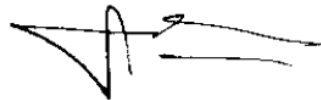
Judul : PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI DINAMIKA MOLEKUL UNTUK  
TOPIK GAYA GRAVITASI PADA GERAK PLANET

Peneliti : Herawati, Doddy Sukmayadi, Heni Savitri

Menyatakan bahwa laporan tersebut layak diterima sebagai laporan Penelitian.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Tangerang Selatan, 12 Desember 2014  
Penelaah,



Sandra Sukmaning Adji

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	2
DAFTAR ISI	4
BAB 1. PENDAHULUAN	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	8
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
BAB 4. HASIL PENELITIAN	15
BAB 5. KESIMPULAN	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN-LAMPIRAN	31

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Obyek-obyek fisika di alam tidak semuanya dapat dilihat secara kasat mata dan terdiri dari objek-objek yang hanya berukuran makro saja. Namun, lebih dari itu, objek-objek fisika di alam juga melibatkan objek dengan sistem mikroskopik yang terdiri dari atom/partikel dengan jumlah banyak dan berukuran nano meter ataupun lebih kecil dari itu, membutuhkan perangkat matematik dalam penyelesaiannya.

Penjelasan secara matematis masih belum tentu dapat membuktikan perilaku dari sistem partikel makroskopis, di antaranya adalah interaksi sistem tiga partikel dengan jumlah partikel yang sangat banyak, masih memiliki kesulitan untuk dipecahkan sehingga perhitungan secara matematis tidak dapat ditentukan keakuratan hasilnya. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode numerik dengan bantuan komputer yaitu melalui simulasi komputer. Salah satu tujuan menggunakan perhitungan komputasi ini adalah untuk membandingkan hasilnya dengan teori analitisnya, sehingga dengan menggunakan perhitungan komputasi, cara untuk interaksi sistem dengan partikel yang sangat banyak cenderung lebih sederhana, lebih tepat diketahui dan untuk teori analitisnya lebih mudah dikerjakan.

Salah satu metode komputasi yang sedang populer saat ini adalah metode dinamika molekul. Metode dinamika molekul digunakan untuk mensimulasikan gerak partikel, atom, molekul dalam bentuk simulasi partikel dengan jumlah yang sangat banyak (Wikipedia: 2014). Metode dinamika molekul hadir untuk menjawab kebutuhan akan perangkat matematik yang belum dapat menggambarkan sifat-sifat sistem partikel kompleks dan tidak dapat diselesaikan secara analitis.

Awalnya, metode dinamika molekul digunakan untuk trayektori sistem pada atom dan molekul dan dikembangkan untuk menentukan penyelesaian secara numerik persamaan gerak Newton kedua  $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$  dengan posisi kecepatan, dan variasi waktu tertentu. Solusi persamaan gerak Newton ini dapat digunakan mengetahui *trayektori* sistem yaitu kumpulan koordinat partikel/atom/molekul yang membentuk lintasan gerak sepanjang waktu. Dengan

demikian metode dinamika molekul secara prinsip dapat diterapkan untuk sistem yang sangat kecil (mikroskopis atomistik) sampai untuk sistem sangat besar seperti gerak planet.

Aplikasi metode dinamika dalam pembelajaran telah banyak digunakan untuk menjelaskan konsep-konsep makroskopik ataupun mikroskopik pada bidang kimia fisika, biomolekul, dan material sains. Sementara itu, aplikasi metode dinamika molekul untuk bidang fisika sudah banyak dilakukan. Dzugutov (2003) dalam makalahnya yang berjudul “*case study: computational physics in molecular dynamics*” menyatakan bahwa metode dinamika tidak hanya digunakan untuk permasalahan yang menggunakan metode mekanika kuantum saja, namun dapat digunakan dalam membahas fenomena-fenomena alam seperti pelelehan dan kristalisasi zat padat. Artoto (2012) melakukan penelitian tentang penghambatan korosi besi akibat interaksi dengan lingkungan timbal – bismuth cair pada suhu tinggi dengan simulasi menggunakan metode dinamika molekul. Hasil menunjukkan bahwa korosi besi dapat dikurangi sampai 92,16% pada suhu 750<sup>0</sup>C dengan cara memasukkan oksigen dengan konsentrasi tertentu ke dalam logam cair. Lebih lanjut penelitian lain yang menggunakan simulasi dengan metode dinamika molekul adalah oleh Widiasih, dkk (2013) tentang penentuan titik leleh zat aluminium. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan metode dinamika molekul untuk simulasi gambaran mikroskopik struktur bahan selama proses perubahan wujud zat, pergerakan atom-atom selama proses pelelehan.

Untuk perkembangan simulasi selanjutnya, salah satu topik yang menarik namun mendasar untuk diajarkan adalah konsep gaya gravitasi untuk gerak planet atau satelit. Dengan memahami sifat-sifat gaya gravitasi berdasarkan simulasi menggunakan metode dinamika molekul maka dapat diharapkan siswa mudah memahami konsep fisika dan menambah minat pada fisika.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model simulasi dinamika molekul pada konsep gaya gravitasi pada gerak planet dengan fokus pengembangan pada obyek: 1) gaya gravitasi yang dapat divariasi besarnya berdasarkan variabel massa obyek-obyek yang berinteraksi, 2) orbit gerak planet yang dapat divariasikan berdasarkan perbedaan gaya gravitasi. Kelebihan dari model simulasi ini adalah siswa dapat melihat visualisasi gerak planet secara statis/dinamis dan model simulasi bersifat interaktif sehingga input simulasi dapat ditampilkan mudah atau dapat dioperasikan dengan mudah oleh siswa.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan simulasi untuk konsep gaya gravitasi pada gerak planet dengan menggunakan metode dinamika molekul
2. Menguji coba simulasi menggunakan metode dinamika molekul pada mata pelajaran fisika untuk siswa Sekolah Menengah Atas untuk materi gaya gravitasi pada gerak planet

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Materi yang ditampilkan dalam simulasi menggunakan metode dinamika molekul adalah tentang gaya gravitasi pada gerak planet berupa variabel yang akan dikembangkan adalah:
  - a. Gaya gravitasi dapat divariasi besarnya berdasarkan variabel massa obyek-obyek yang berinteraksi
  - b. Orbit gerak planet dapat dipelajari
  - c. Gerak planet dapat divisualkan secara statis/dinamis
  - d. Model simulasi bersifat interaktif sehingga input simulasi dapat ditampilkan dengan mudah atau dapat dioperasikan dengan mudah oleh siswa
2. Pembelajaran yang disampaikan dalam bentuk tutorial dan simulasi

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Sebagai alat bantu visual untuk membantu guru dalam menjelaskan konsep gaya gravitasi pada gerak planet
2. Sebagai alat bantu siswa dalam belajar yang dapat digunakan secara mandiri.
3. Pengganti sarana alat bantu eksperimen yang tidak tersedia di laboratorium (sebagai suplemen dalam bentuk dry lab).

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang akan dicapai adalah:

1. Mengembangkan simulasi untuk konsep gaya gravitasi pada gerak planet menggunakan metode dinamika molekul
2. Menguji coba hasil simulasi dalam pembelajaran fisika untuk siswa Sekolah Menengah

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Pengembangan Bahan Ajar**

Bahan ajar mempunyai peran penting dalam proses pembelajaran, yaitu sebagai acuan yang digunakan oleh guru, dosen, ataupun penatar. Karena memiliki peranan yang penting, bahan ajar dikembangkan dengan memperhatikan beberapa komponen yaitu: kecermatan isi, ketepatan cakupan, ketercernaan, penggunaan bahasa, ilustrasi, perwajahan/pengemasan serta kelengkapan komponen bahan ajar.

Kecermatan isi merupakan validitas/kesahihan isi, kebenaran ini secara keilmuan, dan keselarasan isi. Validitas isi menunjukkan bahwa isi bahan ajar berdasarkan konsep dan teori yang berlaku dalam bidang ilmu serta sesuai dengan kemutakhiran perkembangan bidang ilmu dan hasil penelitian empiris yang dilakukan dalam bidang ilmu tersebut. Dengan demikian isi bahan ajar dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah dan tidak mengandung kesalahan-kesalahan konsep, atau yang disebut dengan miskonsepsi. Untuk itu, pengembang bahan ajar perlu memperhatikan bahan – bahan yang menjadi acuan atau rujukan selama pengembangan diantaranya menggunakan buku atau referensi dan hasil – hasil penelitian yang memperhatikan kemutakhiran bidang ilmu. Ketepatan cakupan berhubungan dengan isi bahan ajar dari sisi keluasan dan kedalaman isi atau materi. Keluasan materi dilihat dari sisi seberapa banyak atau luas suatu topik yang akan disajikan? Seberapa dalam suatu topik yang perlu dibahas?. Untuk mengetahui banyaknya topik dan dalamnya bahan yang akan dibahas, perlu kiranya terlebih dahulu untuk menentukan tujuan pembelajaran atau kompetensi yang diharapkan sehingga pada akhirnya siswa mendapatkan sesuatu dari bahan ajar yang dikembangkan.

Hal lain yang harus diperhatikan adalah ketercernaan yaitu dengan memperhatikan bagaimana bahan ajar tersebut mudah dimengerti dan dipahami oleh siswa. Ada 6 hal yang harus diperhatikan dalam ketercernaan bahan ajar yaitu pemaparan yang logis, penyajian yang runtut, contoh dan ilustrasi yang memudahkan pemahaman, alat bantu yang memudahkan, format yang konsisten dan relevansi serta manfaat dari bahan ajar.

Pengembangan bahan ajar memiliki tahapan prosedur yaitu analisis, perancangan, pengembangan, evaluasi dan revisi. Prosedur analisis berisi bagaimana pengembang bahan ajar dapat mengenali pengguna bahan ajarnya. Apakah siswa, mahasiswa ataukah dari level yang berbeda. Prosedur ini berguna agar pengembang bahan ajar dapat mengembangkan bahan ajarnya yang disesuaikan dengan pengguna sehingga bahan ajarnya tepat sasaran.



Prosedur perancangan melibatkan kegiatan penentuan tujuan pembelajaran yang diharapkan. Pemilihan topik pembelajaran, pemilihan media pembelajaran, dan pemilihan strategi pembelajaran. Sedangkan kegiatan pengembangan meliputi Persiapan dan erancangan yang matang sangat diperlukan untuk mengembangkan bahan ajar dengan baik.

Sedangkan kegiatan evaluasi merupakan proses untuk memperoleh beragam reaksi dari berbagai pihak terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Reaksi ini hendaknya dipandang sebagai masukan untuk memperbaiki bahan ajar dan menjadikan bahan ajar lebih berkualitas. Evaluasi sangat diperlukan untuk melihat efektifitas bahan ajar yang dikembangkan. Apakah bahan ajar yang dikembangkan memang dapat digunakan untuk belajar-dimengerti, dapat dibaca dengan baik dan dapat membelajarkan peserta. Di samping itu evaluasi diperlukan untuk memperbaiki bahan ajar sehingga nmenjadi bahan ajar yang baik.

## B. Persamaan Gerak Sistem Atom Yang Berinteraksi

Dinamika sebuah partikel titik  $i$  yang disebabkan oleh gaya luar  $\vec{F}_i$  akan memenuhi persamaan gerak 3D yang mengandung banyak atom yang saling berinteraksi maka persamaan gerak untuk atom ke  $i$  dapat dinyatakan diberikan dengan (Martin, 2007):

$$m_i \frac{d^2 \vec{r}_i(t)}{dt^2} = \vec{F}_i(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3, \dots, \vec{r}_N) \quad (2.1)$$

Dengan vektor jarak  $\vec{r}_i = \{\vec{x}_i, \vec{y}_i, \vec{z}_i\}$  dan gaya yang bekerja pada atom ke  $i$  adalah  $\vec{F}_i = \{\vec{F}_i^x, \vec{F}_i^y, \vec{F}_i^z\}$  dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, N$ . Dengan demikian dapat kita pisahkan 3N persamaan:

$$m_i \frac{d^2 x_i(t)}{dt^2} = F_i^x \quad (2.2a)$$

$$m_i \frac{d^2 y_i(t)}{dt^2} = F_i^y \quad (2.2b)$$

$$m_i \frac{d^2 z_i(t)}{dt^2} = F_i^z \quad (2.2c)$$

Gaya yang bekerja pada benda ke  $i$  untuk system banyak benda pada suatu waktu dapat dinyatakan dengan (Harvey, 2007):

$$\vec{F}_i = -\nabla_i U = -\nabla_i U(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3, \dots, \vec{r}_N) \quad (2.3)$$

Dengan  $\vec{r}^N = \{\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3, \dots, \vec{r}_N\}$  adalah set vektor untuk posisi-posisi pusat massa benda. Problem fisis dengan demikian telah disederhanakan dengan hanya mencari rumusan yang tepat untuk fungsi energi potensial sebagai fungsi dari hanya koordinat-koordinat benda kemudian mencari solusi persamaan gerak (2.1) yang merupakan persamaan diferensial orde

dua dengan hasil solusi adalah trayektori benda dalam ruang. Analisis dinamika klasik sebuah sistem dapat juga dipelajari dengan konsep mekanika hamiltonan. Didefinisikan Hamiltonan klasik  $H$  untuk sistem yang merupakan jumlahan energi kinetic dan energi potensial,

$$H(\vec{p}_i, \vec{r}_i) = \sum_{i=1}^N \frac{1}{2m_i} p^2 + U(\vec{r}_i) \quad (2.4)$$

Persamaan gerak sistem dapat dinyatakan,

$$\dot{\vec{p}}_i = -\frac{\partial H}{\partial \vec{r}_i} = -\frac{\partial U}{\partial \vec{r}_i} = \vec{F}_i \quad (2.5)$$

$$\dot{\vec{r}}_i = \frac{\partial H}{\partial \vec{p}_i} = \frac{\vec{p}_i}{m_i} \quad (2.6)$$

Jika momentum partikel  $\vec{p}_i = m\vec{v}_i$  maka dari dua persamaan di atas akan dapat diperoleh persamaan gerak Newton pers.(2.1),

$$m_i \ddot{\vec{r}}_i = \vec{F}_i \quad (2.7)$$

### Gaya Gravitasi

Gaya gravitasi yang bertanggung jawab untuk interaksi benda-benda langit dapat dinyatakan dengan rumus:

$$F = Gm_1m_2/r^2 \quad (2.8)$$

Dengan  $G$  adalah konstanta universal gravitasi,  $m$  adalah massa benda langit dan  $r$  adalah jarak antara kedua benda planet.

### Solusi Numerik Persamaan Gerak

Untuk mencari solusi persamaan gerak sistem  $N$  partikel, pers.(2.7). Energi potensial adalah fungsi posisi benda (3N). Ada beberapa algoritma untuk solusi numerik pers.(2.7), pers.(2.14), diantaranya adalah algoritma Beeman.

### Algoritma Beeman

Algoritma Beeman dimaksudkan untuk meningkatkan akurasi perhitungan yang lebih baik. Rumusan algoritma Beeman adalah sebagai berikut (Leach, 2007).

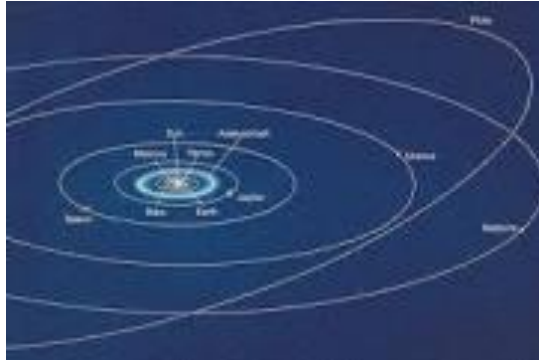
$$r(t + \Delta t) = r(t) + v(t)\Delta t + \frac{2}{3}a(t)\Delta t^2 - \frac{1}{6}a(t - \Delta t)\Delta t^2$$

(2.9)

$$v(t + \Delta t) = v(t) + v(t)\Delta t + \frac{1}{3}a(t)\Delta t + \frac{5}{6}a(t)\Delta t - \frac{1}{6}a(t - \Delta t)\Delta t$$

(2.10)

Dari hasil simulasi akan diperoleh data koordinat obyek atau benda yang bergerak dalam medan gravitasi. Jika data-data koordinat ini di gambar dan dihubungkan maka akan membentuk trayektori atau orbit planet atau satelit.



Gambar 1.1. Orbit Planet

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah research development (R&D). Penelitian R & D ini memiliki beberapa tahapan yaitu seperti yang digambarkan dalam diagram berikut (seperti Borg dkk (1983) seperti p.775 divisualisasikan oleh Atwi Suparman, 2011 ).

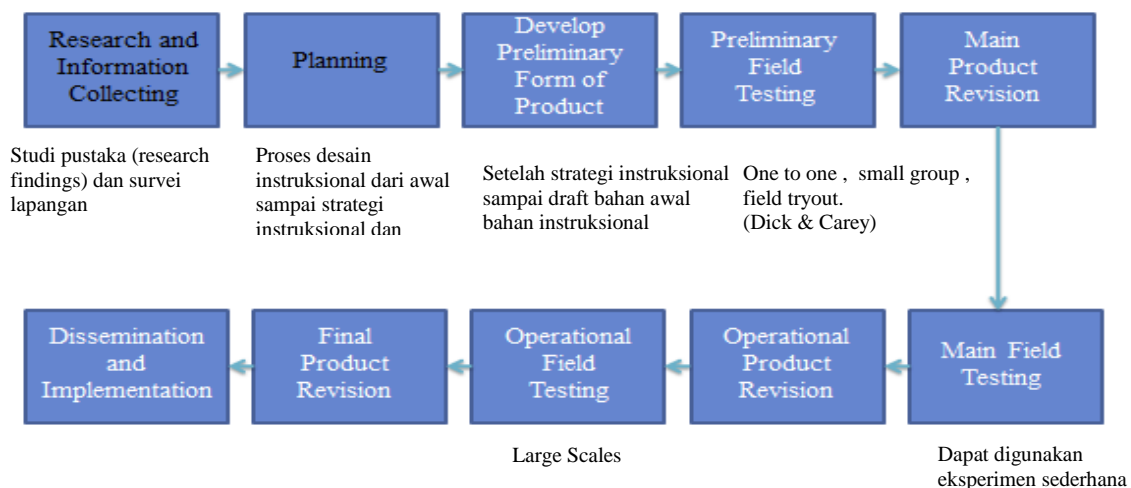


Diagram 3.1. Proses penelitian Research and Development

Namun, dalam penelitian ini tidak semua tahap akan dilakukan, hanya langkah 1 sampai 3 yang telah dilakukan seperti pada tahapan penelitian berikut ini.

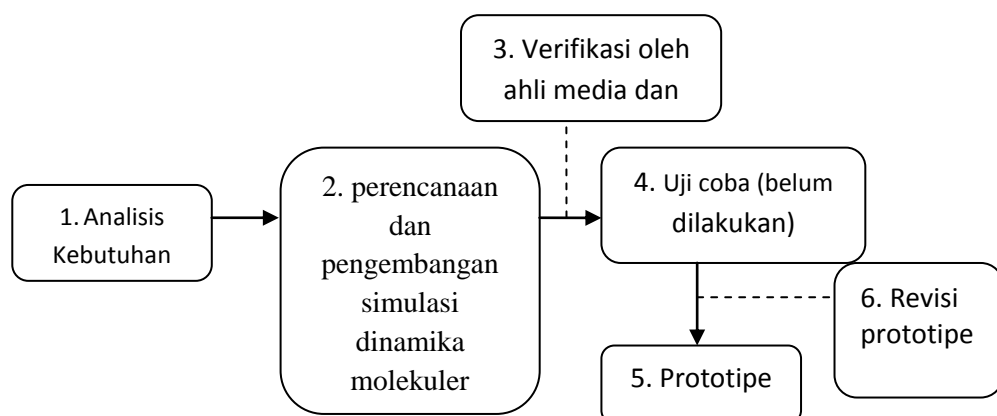


Diagram 3.2. Proses penelitian Research and Development

### **Tahap I**

Melakukan studi pustaka tentang pengembangan simulasi menggunakan metode dinamika molekul berikut mencari dan mengembangkan program komputasi sederhana yang akan digunakan.

### **Tahap II**

1. Melakukan perancangan simulasi dinamika molekul untuk topik gaya gravitasi pada gerak planet.
2. Membuat program simulasi gerak planet berdasarkan metode simulasi dinamika molekul
3. Membuat tampilan input data yang tepat dan menarik
4. Membuat Kalibrasi program dengan perhitungan teori
5. Membuat visualisasi dinamis gerak planet

### **Tahap III**

Sebelum pelaksanaan ujicoba dilakukan verifikasi pengembangan terhadap simulasi dengan kajian dengan ahli materi.

## **3.2 Prosedur Simulasi Dinamika Molekul**

Pada penelitian ini untuk mensimulasikan sistem gerak planet yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi untuk memecahkan persamaan konservasi energi menggunakan algoritma Beeman. Keuntungan dari algoritma ini adalah dapat memberikan akurasi lebih baik untuk kecepatan dan konservasi energi.

Adapun diagram alir dari komputasi simulasi dinamika molekul secara garis besar adalah sebagai berikut:

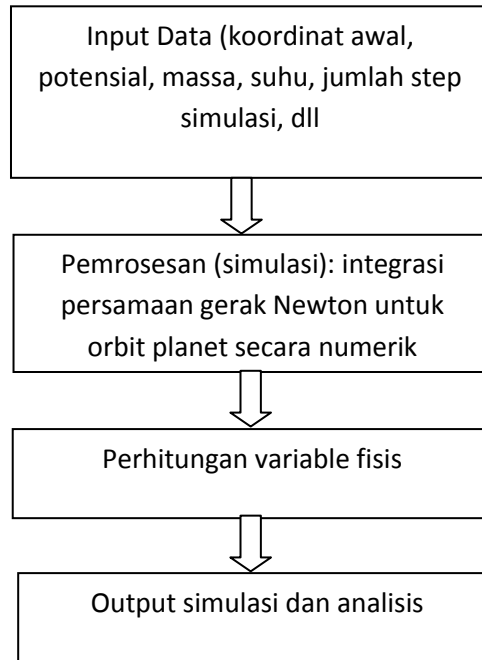


Diagram 3.3 Prosedur komputasi simulasi dinamika molekul untuk konsep gaya gravitasi pada gerak planet

## BAB IV HASIL PENELITIAN

Pengembangan program simulasi dinamika molekuler dengan topik gaya gravitasi pada gerak planet ini memiliki manfaat diantaranya adalah sebagai alat bantu siswa dalam belajar yang dapat digunakan secara mandiri. Sebagai alat bantu pembelajaran, program ini diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami konsep gaya gravitasi yang bekerja pada gerak planet. Selain itu, dengan program alat bantu pembelajaran ini diharapkan dapat menarik perhatian siswa sehingga timbul motivasi siswa untuk mempelajari lebih dalam tentang pergerakan planet beserta variasi gravitasi dalam orbital planet secara mandiri.

Pengembangan program ini memiliki beberapa kegiatan yaitu kegiatan perencanaan, kegiatan pengembangan, dan kegiatan evaluasi. **Pada kegiatan perencanaan**, dilakukan pemilihan program yang dapat memudahkan pengembang untuk merancang program simulasi dinamika molekuler. **Pada kegiatan pengembangan** dilakukan pengembangan program simulasi dinamika molekuler pada program C++ dengan visualisasi menggunakan OpenGL dan HTML 5. Sedangkan **pada kegiatan evaluasi** dilakukan review hasil program dinamika molekuler yang dilakukan oleh ahli materi untuk mendapatkan validasi dari sisi substansi konsep gaya gravitasi pada gerak planet.

### A. KEGIATAN PERENCANAAN

Pada penelitian ini, program simulasi dirancang menggunakan bahasa pemrograman C++, dengan pertimbangan bahasa ini adalah cocok untuk diterapkan pada solusi numerik dan juga mudah digunakan. Untuk memvisualisasikan program menjadi produk jadi yang dapat digunakan sebagai media pembelajarannya fisika dengan topik gaya gravitasi pada gerak planet adalah dengan menggunakan program html 5. Program html 5 digunakan sebagai program visualisasi guna menampilkan hasil program simulasi dinamika molekuler berbasis website, sehingga dapat diunduh pada waktu kapan saja, dimana saja dan oleh pihak yang menggunakan produk penelitian ini dalam pembelajaran.

### B. KEGIATAN PENGEMBANGAN PROGRAM

Pada kegiatan perancangan dilakukan dalam dua tahap, yaitu:

1. Tahap pengembangan program dinamika molekuler berbasis software C++. Secara fisika orbit planet dipengaruhi oleh interaksi gravitasi antar benda bermassa. Untuk pengerjaan tahap ini maka problem dapat dipertimbangkan untuk beberapa kasus yaitu:



- Problem dua benda
- Problem lebih dari dua benda

### a. Instalasi Program

Sebelum dapat dilakukan pengembangan program dinamika molekul berbasis C++ dan pengembangan visualisasi gerak berbasis opengl maka tahap pertama yang perlu dilakukan adalah instalasi program C++ dan opengl.

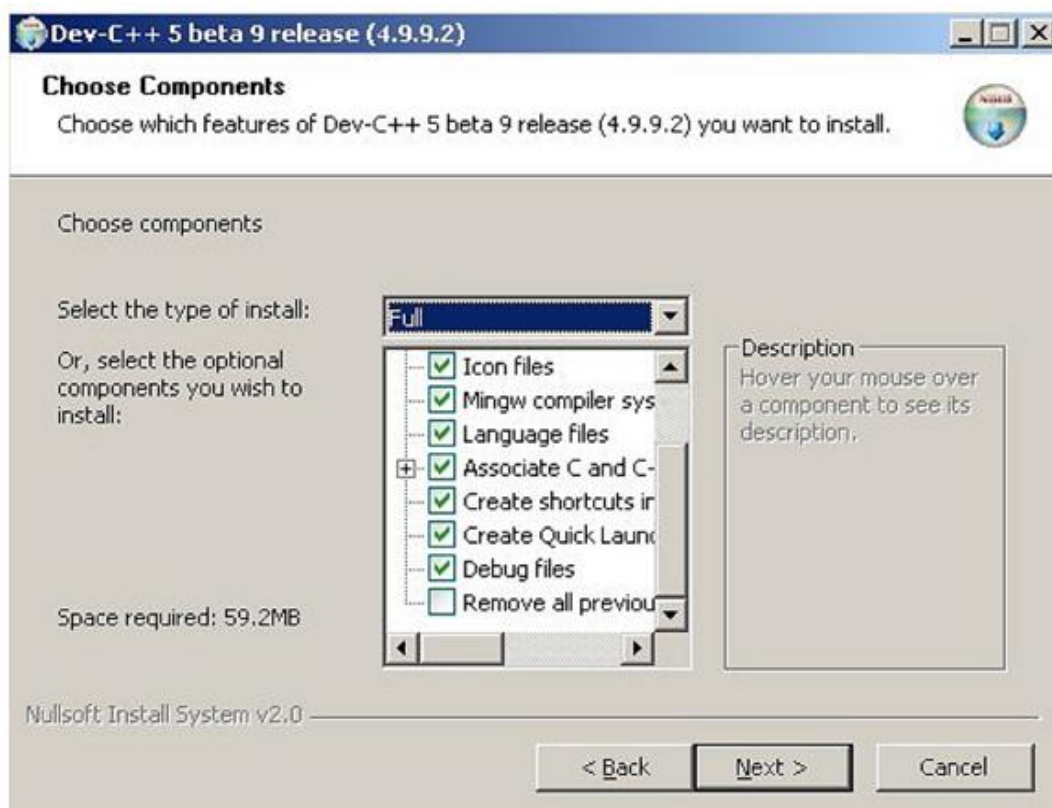
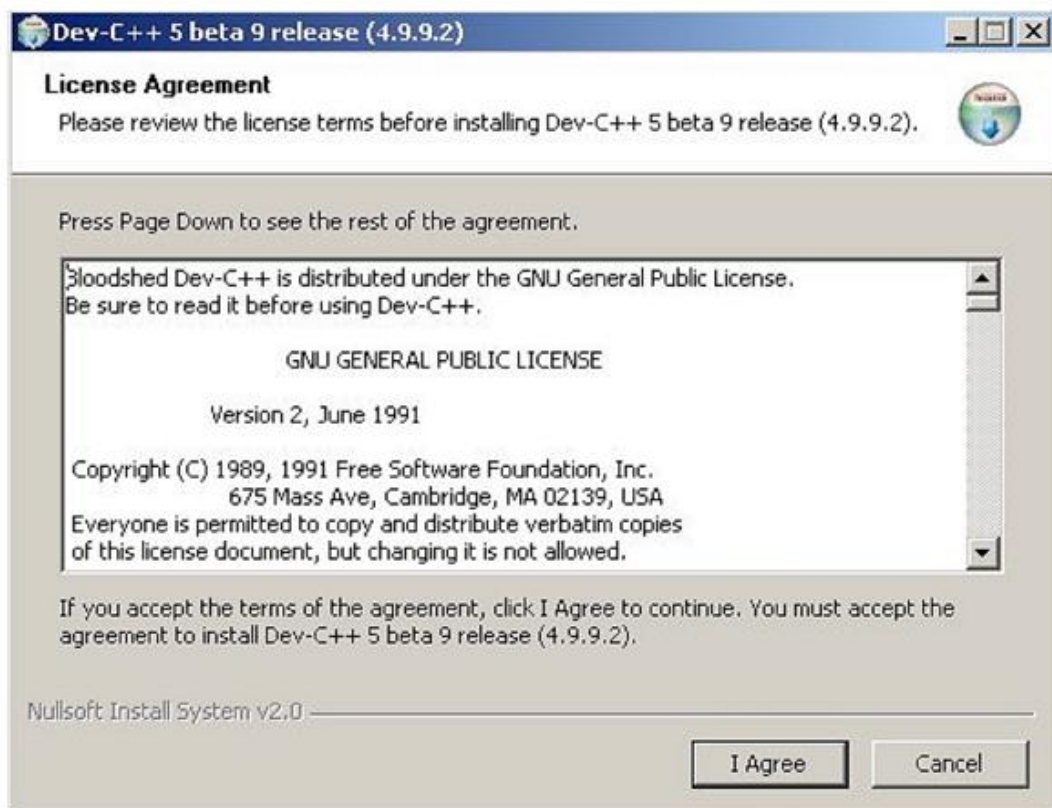
#### a.1 Instalasi program C++ Windows

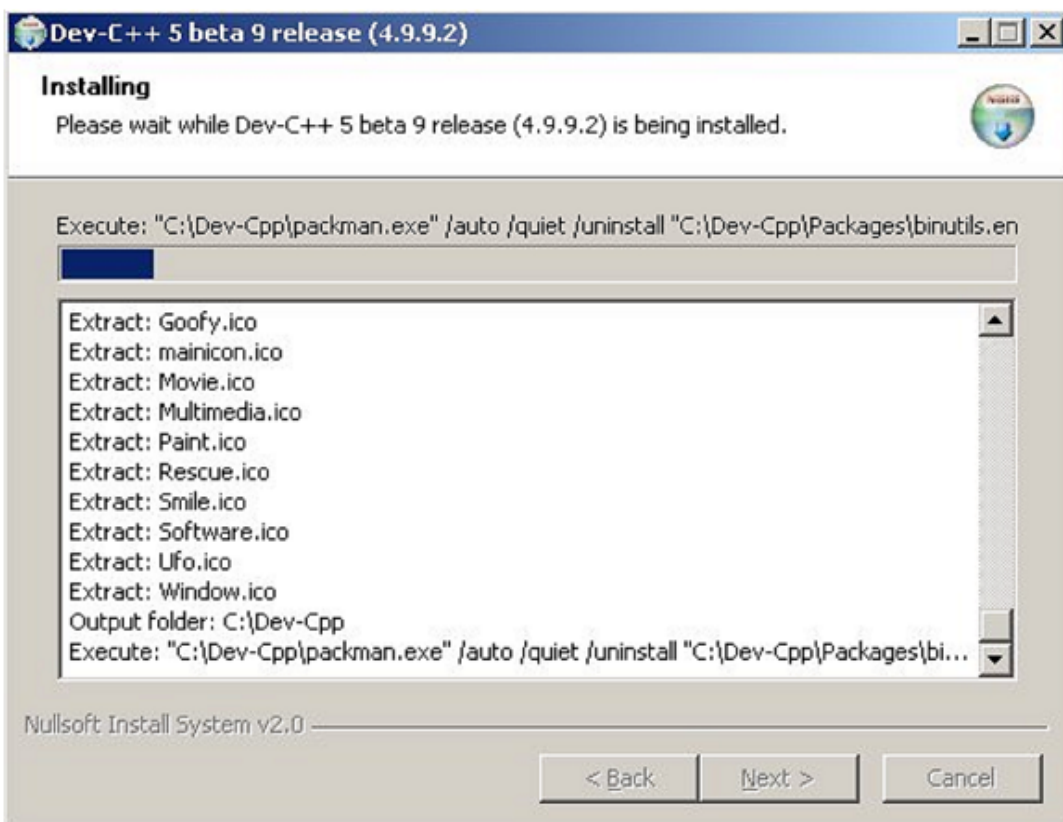
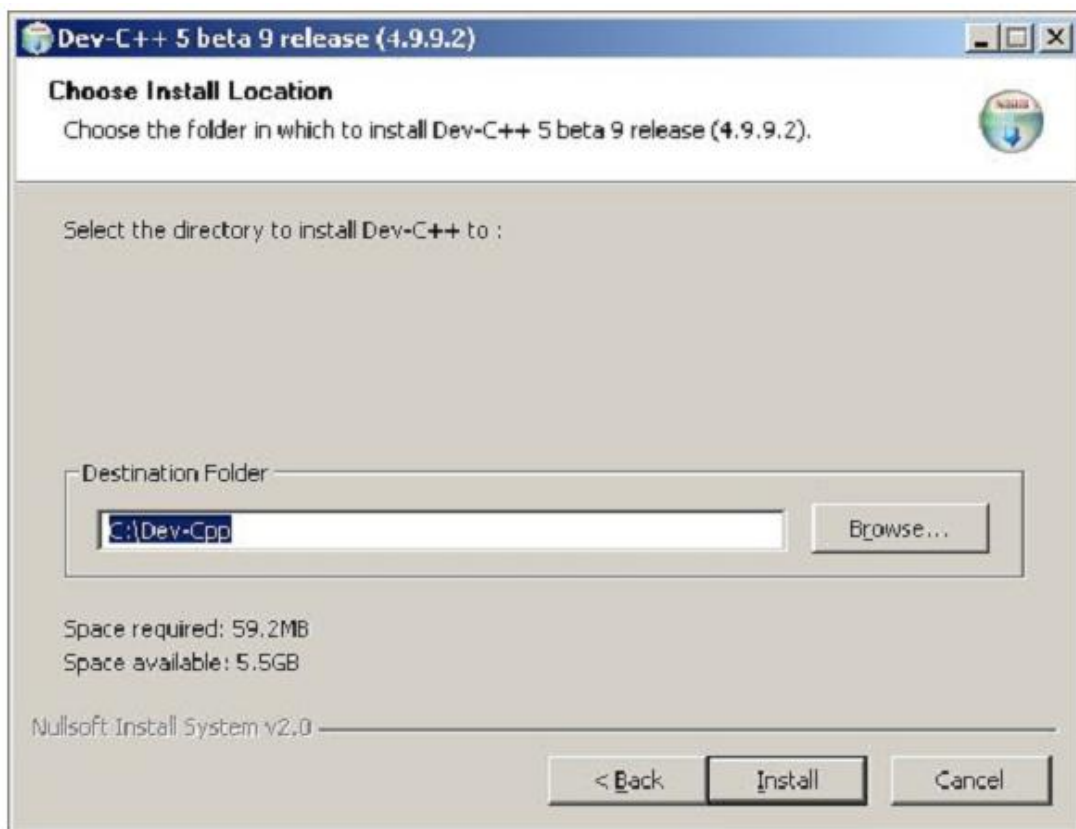
Program C++ yang diinstal adalah program opensource yang dapat diunduh dari internet. Langkah-langkah instalasi adalah seperti gambar berikut.

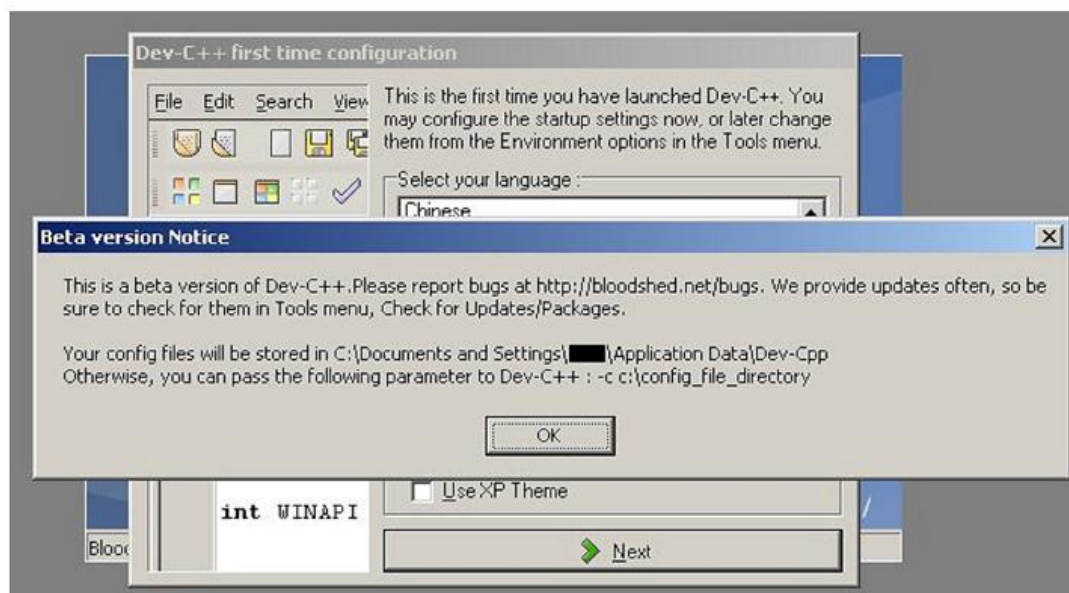
1. Unduh dari internet software  devcpp-4.9.9.2\_setup.exe
2. Unduh dari internet software  glut.3.7.6+.DevPak
3. Simpan kedua software tersebut pada salah satu folder yang diinginkan lalu lakukan instalasi kedua software dengan cara seperti biasanya untuk instalasi software, sehingga diperoleh tampilan:

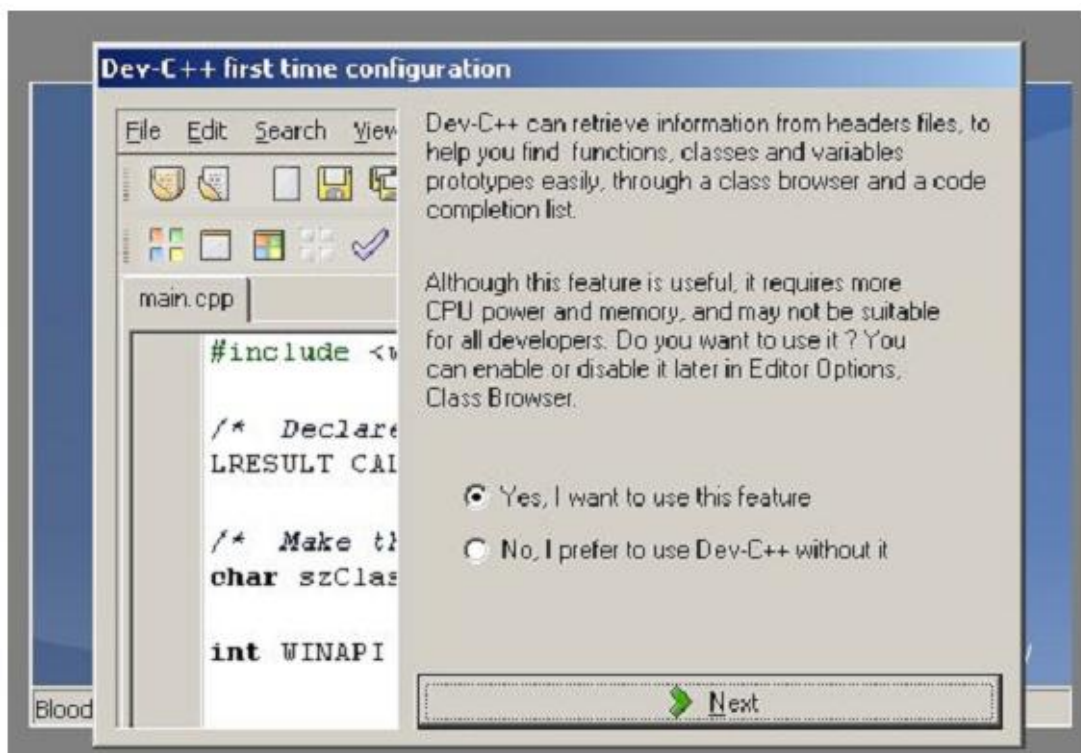
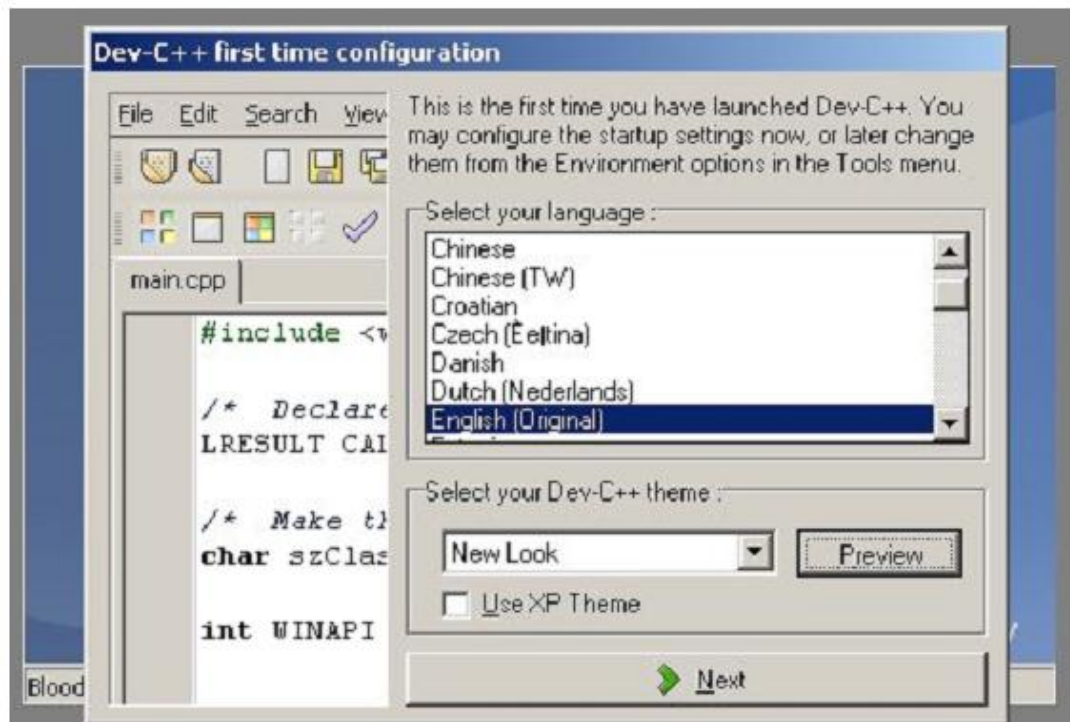




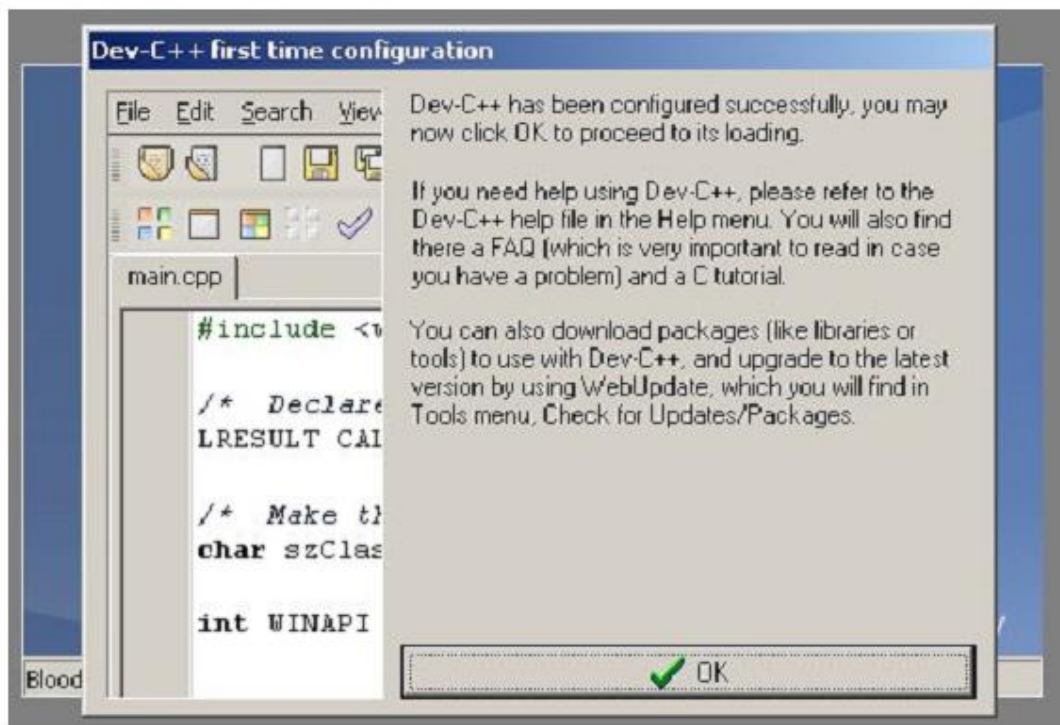












Jika semua tampilan-tampilan itu sudah muncul maka kita sudah siap untuk bekerja dalam bahasa C++ untuk proyek kita. Jadi nanti kita dalam C++ akan memilih nama Proyek dan ada sourcecode di dalam Proyek tersebut.

## a.2 Instalasi Software OpenGL untuk Visualisasi

Agar visualisasi dapat dilakukan kita install dulu software opengl (glut) yang telah kita unduh. Jika kita bekerja di Windows maka seharusnya file-file yang diperlukan OPENGL sudah tersedia. Jika kita check di C:\WINNT\system32 maka kita akan menemukan file-file seperti opengl32.dll dan glu32.dll. File-file ini perlu ada agar opengl dapat bekerja dengan benar. Ada baiknya kita mendownload beberapa file berikut untuk memastikan opengl kita sudah lengkap yaitu cari di internet file-file berikut dan simpan di direktori C:\Dev-C++\ yang akan muncul setelah kita install C++ tadi:

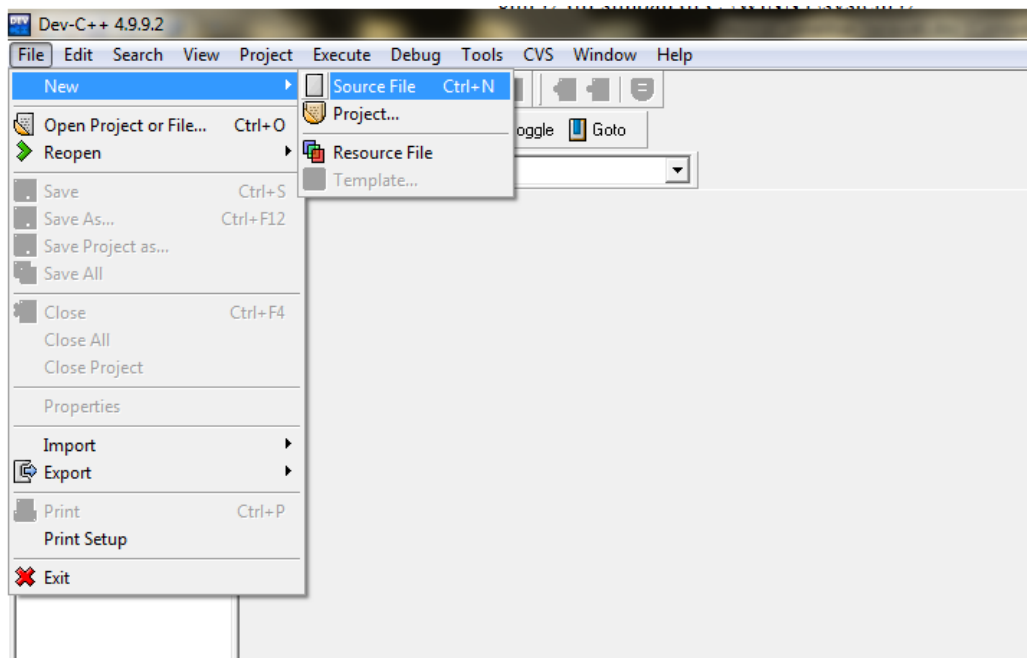
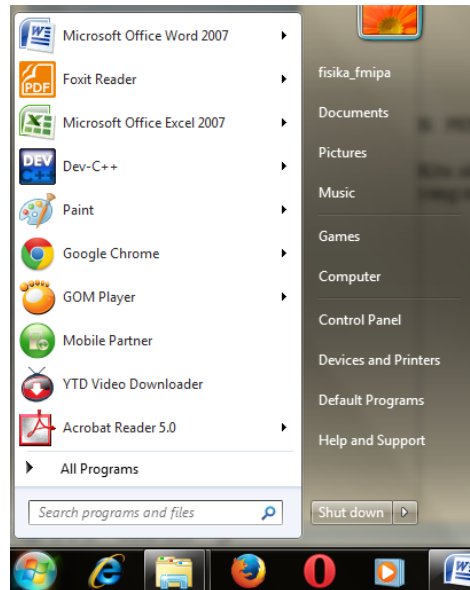
glut.h simpan di C:\Dev-C++\include\GL

glut32.def simpan di C:\Dev-C++\lib

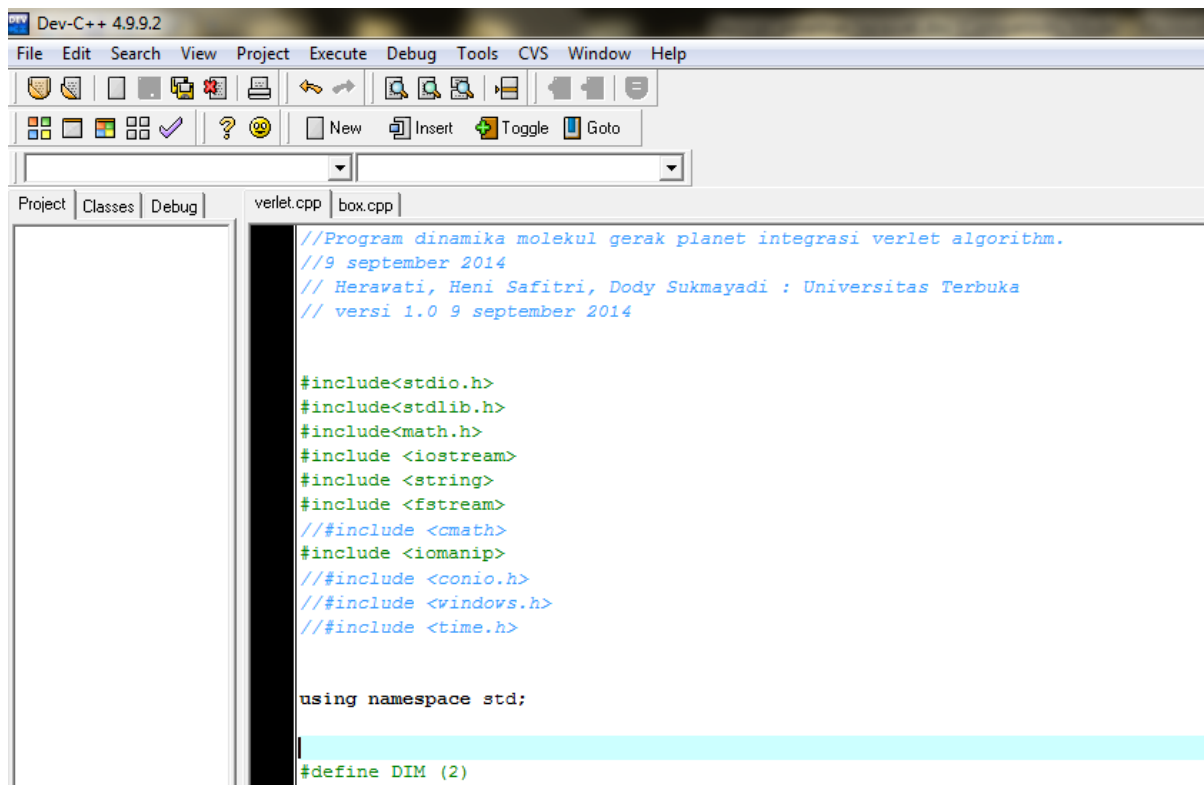
glut32.dll simpan di C:\WINNT\system32

## b. Pengembangan Program Dinamika Molekul

Kita aktifkan program C++ yang dapat dipanggil dengan klik tombol mouse dua kali pada icon C++ yang muncul di layar monitor (jika berhasil di Install melalui proses di atas).



Gambar



Sourcecode lengkap dari program dinamika molekul adalah sebagai berikut:

```
//Program dinamika molekul gerak planet integrasi verlet algorithm.
```

```
//9 september 2014
```

```
// Herawati, Heni Safitri, Dody Sukmayadi : Universitas Terbuka
```

```
// versi 1.0 9 september 2014
```

```
#include<stdio.h>
```

```
#include<stdlib.h>
```

```
#include<math.h>
```

```
#include <iostream>
```

```
#include <string>
```

```
#include <fstream>
```

```
//#include <cmath>
```

```
#include <iomanip>
```

```
//#include <conio.h>
```

```

//#include <windows.h>
//#include <time.h>

using namespace std;
#define DIM (2)
#define SQR(x) ((x)*(x))
#define CUB(x) ((x)*(x)*(x))
#define NORM2(x) (SQR(x[0])+SQR(x[1]))

#define PERIOD (71.585)
#define CYCLES (101)

typedef double vec[DIM];
int main()
{
    int i, j, k;
    double dt = 0.00010 * PERIOD, t, epot, ekin, r_new, rnorm;
    vec r = {0., 10.},
           v = {0.05, 0.},
           r_old,
           f;
    FILE *f_traj, *f_ener;

    cout << "-----" << endl;
    cout << " .....PROGRAM DINAMIKA MOLEKUL UNTUK ORBIT PLANET ..... " << endl;
    cout << " .....Herawati, Heni Safitri, Dody Sukmayadi..... " << endl;
    cout << " ..... Email: hera@ut.ac.id..... " << endl;
    cout << " .....PROGRAM HIBAH PENELITIAN DESENTRALISASI ..... " << endl;
    cout << " ..... UNIVERSITAS TERBUKA..... " << endl;
    cout << " .....versi 1.0..... " << endl;
    cout << "-----September 2014-----" << endl;
    cout << " " << endl;
    cout << " " << endl;
    cout << "----- MENUNGGU PROSES....., baca catatan -----" << endl;
    cout << " " << endl;
    cout << " " << endl;
    cout << " catatan: program ini belum di visualisasikan dengan opengl " << endl;
    cout << " setelah dijalankan akan ada waktu tunggu proses untuk " << endl;

```



```

cout <<"      menuliskan data koordinat ke dalam file trayektori " <<endl;
cout <<"      Buka file trayektori dan kopikan isinya ke EXCEL untuk " <<endl;
cout <<"      anda gambar trayektori geraknya dengan insert Chart" <<endl;
cout <<"      PROGRAM INI MASIH PERLU DIKEMBANGKAN LEBIH KOMPLEKS (3D) DAN " <<endl;
cout <<"      DIBUAT VISUALISASI DINAMIK DGN OPENGL....." <<endl;

```

```

f_traj = fopen("trayektori_planet2D.dat", "w");

```

```

f_ener = fopen("energi sistem.txt", "w");

```

```

for (k=0; k<DIM; k++)

```

```

    r_old[k] = r[k] - v[k] * dt;

```

```

for (t=0.; t<CYCLES*PERIOD; t+=dt) {

```

```

    rnorm = sqrt(NORM2(r));

```

```

    /* potential energy */

```

```

    epot = - 1. / rnorm;

```

```

    /* kinetic energy */

```

```

    for (k=0; k<DIM; k++)

```

```

        v[k] = (r[k] - r_old[k]) / dt;

```

```

    ekin = 0.5 * NORM2(v);

```

```

    /* print */

```

```

    fprintf(f_traj, "%12.7f %12.7f\n", r[0], r[1]);

```

```

    fprintf(f_ener, "%12.7f %12.7f %12.7f %12.7f\n", t, epot, ekin, epot+ekin);

```

```

    /* force */

```

```

    for (k=0; k<DIM; k++)

```

```

        f[k] = - r[k] / CUB(rnorm);

```

```

    /* integrator */

```

```

    for (k=0; k<DIM; k++) {

```

```

        r_new = 2 * r[k] - r_old[k] + f[k] * SQR(dt);

```

```

        r_old[k] = r[k];

```

```

        r[k] = r_new;

```

```

    }

```

```

}

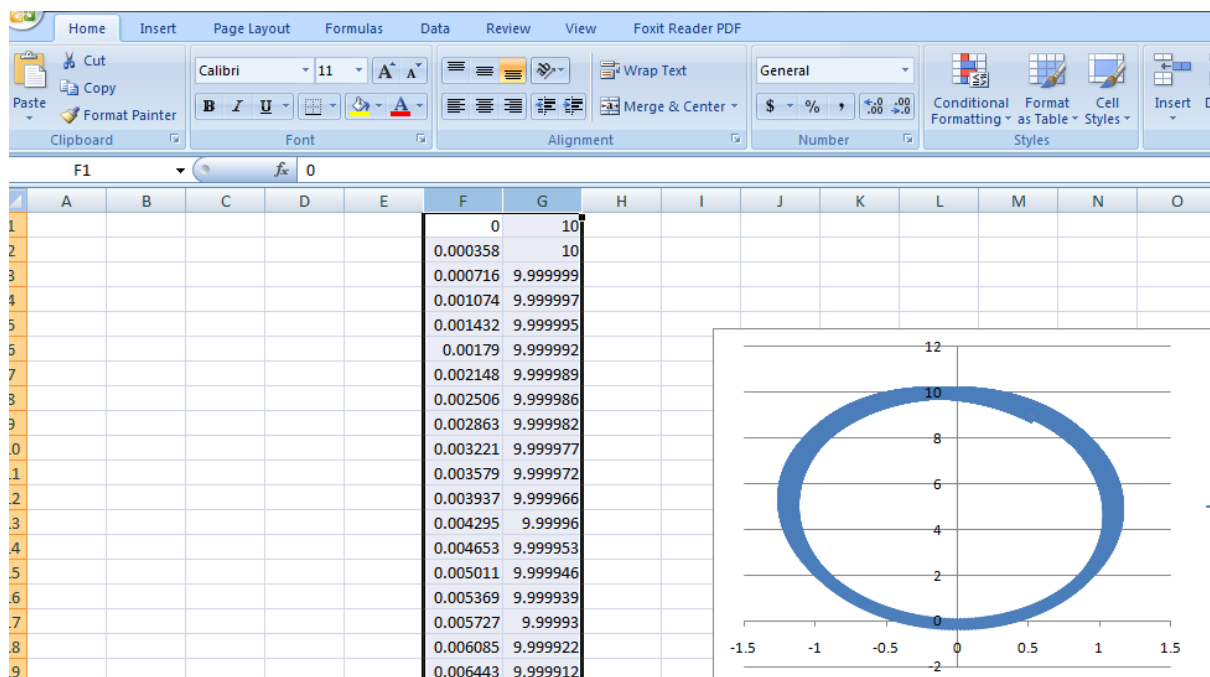
```

```

return 0;

```

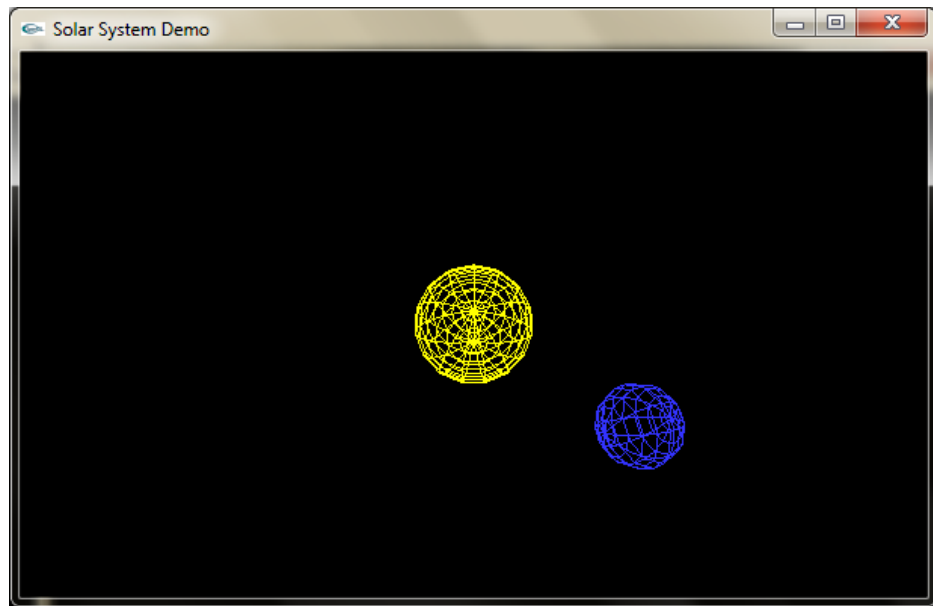
2. Tahap visualisasi gerak planet. Pada tahap ini dilakukan pengembangan program visualisasi berbasis OPENGL. Dengan menggunakan program ini diperoleh tiga keuntungan, yaitu software adalah *opensource*, kedua program ini fleksibel dan mudah dilakukan instalasi untuk sistem operasi windows maupun linux dan ketiga yang terpenting software ini dapat dipanggil oleh C++. Setelah program C++ selesai, hasil program ini kita gambar ke EXCEL adalah seperti berikut. Terlihat bahwa lintasan gerak planet secara umum adalah berbentuk ellips. Pada visualisasi 3D dan dinamik maka seharusnya akan berupa benda bergerak dalam lintasan ellips. Dan ini yang akan dilakukan pada tahapan penelitian selanjutnya. Sebagai gambaran awal maka dengan opengl dapat kita misalkan bentuk planet adalah seperti gambar berikut.



Gambar 1. Bentuk planet berdasarkan program C++ yang diekspor pada program excel

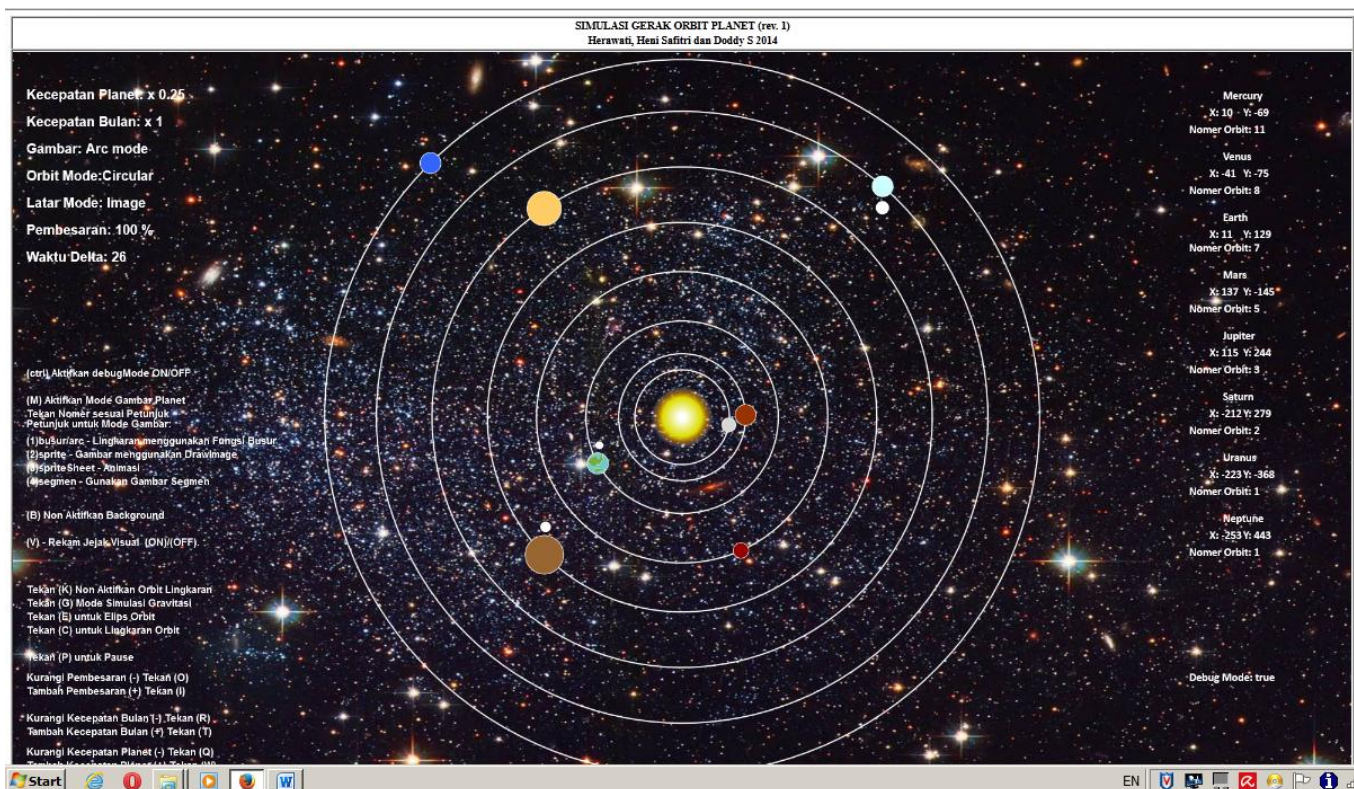
Setelah dapat dalam bentuk excel, kemudian diexport dalam program OpenGL yang visualisasinya terlihat pada gambar 2. Namun, visualisasi menggunakan OpenGL belum dapat menggambarkan gerak planet beserta orbitalnya secara keseluruhan. Kendala yang dialami adalah masalah waktu dan belum menemukan teknis yang tepat untuk menghubungkan program C++ ke program OpenGL. Sehingga hasil visualisasinya masih belum selesai.

Alternatif yang digunakan adalah menggunakan program visualisasi lain yang dapat menghubungkan program C++ dan memvisualisasikan gerak planet beserta orbitalnya



Gambar 2 Bentuk planet berdasarkan OpenGL

Sehingga, hasil program simulasi dinamika molekuler dengan menggunakan visualisasi program html 5 dapat terlihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Bentuk planet berdasarkan visualisasi HTML 5

### C. KEGIATAN EVALUASI

Selanjutnya, setelah program simulasi jadi, dilakukan evaluasi formatif dalam bentuk review program oleh ahli materi. Ahli materi melakukan penelaahan dan pengkajian terhadap konsep-konsep pada gaya gravitasi dalam gerak planet. Penelaah materi merupakan ahli di bidang kinematika dan mekanika gerak pada bidang yang berasal dari Institut Teknologi Bandung sehingga diharapkan dapat memberikan masukan dan saran perbaikan pada program simulasi dinamika molekul. Penelaahan menggunakan instrumen dengan skala likert 1- 5 dengan keterangan 1 = sangat Kurang bagus; 2 = kurang Bagus; 3 = Cukup Bagus; 4= bagus; 5 = sangat bagus. Penelaah materi menilai sangat bagus (skor 5) untuk indikator berikut ini:

- kompetensi yang disajikan jelas dan sesuai dengan kurikulum nasional,
- uraian materi mudah dipahami,
- konsep yang dijelaskan valid dan tidak ada yang keliru,
- konsep yang diuraikan utuh sesuai bidang ilmu, dan
- ruang lingkup serta kedalaman materi sesuai dengan matapelajaran tingkat SMA

Sementara itu penelaah materi juga menilai sangat bagus untuk sistematika penyajian materi yang dinilai runtut dan kosa kata yang digunakan sesuai dengan anak sekolah. Namun beberapa saran diberikan oleh penelaah materi yang berkaitan dengan kemutakhiran materi yaitu bahwa “Planet Pluto kembali dimasukkan menjadi planet pada tata surya”. Lebih lanjut, penelaah menilai bahwa perlu dibuat dan dikembangkan langkah-langkah penggunaan program simulasi dinamika molekul sehingga dapat program ini layak dijadikan media pembelajaran untuk menguji konsep gaya gravitasi pada gerak planet.

Beberapa saran diberikan oleh penelaah guna perbaikan program ini diantaranya adalah:

- Perlu ditambahkan petunjuk penggunaan media ini dan aspek apa yang hendak diamat (seperti posisi planet, periode, konjungsi atau lainnya).
- Akan lebih menarik bila ada garis yang menggambarkan gaya gravitasi pada sebuah planet sehingga sekaligus dapat menjelaskan gaya sentripetal.
- Untuk tampilan, resolusi tampilan terlalu besar untuk layar 1360x768, mungkin program dapat diatur secara otomatis untuk memilih resolusi sehingga semua tombol dapat terlihat. Lebih jelasnya keterangan dari penelaah dapat dilihat pada lampiran 1.

## **BAB V KESIMPULAN**

Program simulasi dinamika molekul tentang topik gaya gravitasi pada gerak planet telah dikembangkan dengan menggunakan bahasa program C++ dan visualisasi HTML 5. Hambatan dan rintangan selama pengembangan dialami diantaranya adalah belum terhubungnya antara bahasa program C++ dengan bahasa aplikasi openGL sehingga program ini masih perlu dikembangkan dan masih sederhana dan belum disertakan aplikasi opengGL untuk visualisasi gerak. Untuk dapat menggambarkan gerak planet banyak benda dan 3D maka masih perlu pengembangan lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Andrew R Leach, 2007, *Molecular Modelling: Principles and Applications*, Prentice Hall
2. Artoto Arkundato, Zaki Suud, Mikrajuddin, 2010, Corrosion Study of Fe in a Stagnant Liquid Pb By Molecular Dynamics Methods, AIP Conference Proceedings, Volume 1244, hal. 136-144.
3. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Cristian, 2007, An Introduction to computer simulation methods: Applications to Physical Systems, Person Edison Wesley, 2007, hal. 255.
4. Martin J. Field, 2007, A Practical Introduction to the Simulation of Molecular Systems, Cambridge University Press, hal. 170.
5. Simdyakin, Dzukutof Mikhail., 2003, Case study: computational physics – The molecular dynamics method. Department of Numerical Analysis and Computer Science. TRIT A-PDC-2003:1 • ISSN 1401-2731 • ISRN KTH/PDC/R--03/1—SE. Swedia.
6. Wideasih, Herawati, dkk., 2013, Penerapan metode dinamika molekul untuk pembelajaran: konsep titik leleh dan perubahan wujud. Jurnal teori dan aplikasi. ISSN 2303-016X, Volume 01, Nomor 02, Juli 2013. Universitas Lampung.



## LAMPIRAN 1.

### Instrumen Penelaahan Materi Program Simulasi Dinamika Molekul dengan Topik Gaya Gravitasi pada Gerak Planet

#### Penjelasan:

1. Instrumen ini digunakan untuk menelaah kualitas dan penyajian materi simulasi dinamika molekul dengan topik gaya gravitasi pada gerak planet
2. Perhatikan dan baca dengan cermat materi pada simulasi dinamika molekul dengan topik gaya gravitasi pada gerak planet yang akan ditelaah, lalu gunakan instrumen ini, dengan cara berikut.
  - a. Berilah tanda checklist pada kolom yang tersedia sesuai dengan pilihan jawaban
  - b. Tuliskan komentar Anda tentang aspek yang ditelaah
  - c. Pada akhir penelaahan tuliskan kesan umum Anda terhadap materi program simulasi dinamika molekul yang ditelaah serta tuliskan saran-saran perbaikan pada tempat yang disediakan.

Pilihan jawaban adalah:

**1 = sangat Kurang bagus; 2 = kurang Bagus; 3 = Cukup Bagus; 4= bagus; 5 = sangat bagus**

Indikator		Skala					
		1	2	3	4	5	Ket.
1.	Kompetensi pembelajaran yang disajikan jelas dan sesuai dengan kurikulum nasional					✓	
2.	Uraian materi mudah dipahami					✓	
3.	Konsep-konsep materi yang disajikan valid dan tidak ada yang keliru					✓	
4.	Materi yang disajikan mengikuti perkembangan pengetahuan terkini (mutakhir)			✓			lihat catatan
5.	Materi yang disajikan sesuai dengan konsep dan teori standar untuk mata pelajaran tersebut					✓	
6.	Pemaparan materi sesuai dengan nilai-nilai yang berlaku dimasyarakat					✓	
7.	Konsep yang diuraikan utuh sesuai dengan bidang ilmu					✓	
8.	Ruang lingkup dan kedalaman materi sesuai untuk mata pelajaran tingkat SD/SMP/SMA (pilih salah satu)					✓	SMA
9.	Sistematika penyajian materi runtut sehingga memudahkan pemahaman (tidak membingungkan atau menimbulkan salah tafsir)?					✓	
10.	Kosa kata yang digunakan sesuai dengan usia dan tingkat pemikiran siswa sekolah					✓	

Indikator		Skala					
		1	2	3	4	5	Ket.
11.	Pemberian kesempatan kepada siswa untuk berlatih sendiri					✓	Saran
12.	Pemberian penguatan untuk jawaban yang benar jelas (jika ada)					✓	
13.	Pemberian balikan untuk jawaban yang salah jelas (jika ada)					✓	
14.	Penggunaan program simulasi dinamika molekul ini membantu dalam belajar secara mandiri					✓	
15.	Media ini layak dijadikan media pembelajaran untuk menguji konsep gaya gravitasi pada gerak planet					✓	saran

#### Pendapat atau Komentar (mohon diisi masukannya)

#4. Pluto kembali menjadi planet dalam tata surya.

#11. Perlu ditambahkan langkah-langkah penggunaan (terkait #15)

Resolusi terlalu besar untuk layar 1360x768, mungkin program dapat diatur secara otomatis memilihkan resolusi sehingga semua tombol/panah terlihat tanpa zoom dari browser chrome atau -.

#### Saran Perbaikan

#15 Perlu ditambahkan petunjuk penggunaan media ini dan aspek apa yang hendak diamati (posisi planet, periode, konjungsi, atau lainnya?).

Menarik bila ada garis yang menggambarkan gaya gravitasi pada sebuah planet (on/off) sehingga sekaligus menjelaskan gaya sentrifugal.

11 Desember 2014

Penelaah Materi

*Swini*

(SPARISMA VIRIDI)



## Lampiran 2. Biodata Peneliti

### Lampiran 2a. Ketua Peneliti

#### A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Herawati, S.Pd, M.Si
2.	Jenis Kelamin	Perempuan
3.	Jabatan Fungsional	Lektor
4.	NIP/NIK	197712092002122001
5.	NIDN	0009127709
6.	Tempat & Tanggal Lahir	Jakarta, 9 Desember 1977
7.	E-mail	hera@ut.ac.id
8.	Nomor Telepon/HP	085697906968
9.	Alamat Kantor	Jl. Cabe Raya, Pamulang, Tangerang Selatan
10.	Nomor Telepon/Faks	021 7490941
11.	Lulusan yang telah dihasilkan	S-1 =
12.	Mata Kuliah Yang Diampu	1. Pengantar Fisika Statistik 2. Fisika Statistik 3. Mekanika 4. Pembelajaran Fisika 5. Praktikum

#### B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama PT	Universitas Negeri Jakarta	Institut Teknologi Bandung
Bidang Ilmu	Pendidikan Fisika	Fisika
Tahun Masuk-Lulus	1996-2002	2009-2012
Judul Skripsi/Tesis	Penggunaan IC LM335 untuk mengukur kelembaban udara	Analisis Termalhidrolik dan Sirkulasi Alamiah pada Reaktor IRIS
Nama Pembimbing	Dr. Sadwiko Sidopekso	Prof. Dr. Zaki Su'ud

#### C. Pengalaman Penelitian Dalam Lima Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.	2009	Sebagai Ketua pada penelitian “Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Fisika Terhadap Hasil Belajar Dan Keterampilan Psikomotorik Siswa Dengan Topik Gerak Lurus”	UT	10
2.	2012	Sebagai ketua pada penelitian “Analisis pola interaksi mahasiswa dalam pembelajaran online fisika	UT	20
		Sebagai anggota pada penelitian “ Analisis relevansi beban belajar tutorial tatap muka dengan beban belajar mata kuliah”	UT	20
3.	2013	Sebagai Ketua pada penelitian “Pengembangan Modul	DIKTI	45

	Ajar E-Learning Berbasis Captivate”		
	Sebagai anggota pada penelitian “Desain Inovatif Model Belajar Mengajar Fisika Berbasis Metode Dinamika Molekul Untuk Menjelaskan Proses-Proses Fisika Mikroskopik”	DIKTI	65

#### **D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (juta Rp)
1	Tahun 2011	Penghijauan/penanaman pohon dan penataan lingkungan	Universitas Terbuka	
2	Tahun 2012	Profesional Development School di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu	Universitas Terbuka	
3	Tahun 2013	Kegiatan Pemberdayaan Masyarakat Bantuan sosial program pengembangan dan pelatihan took dan sangkar burung di Desa Sukatani kecamatan Tapos Kota Depok	Universitas Terbuka	

#### **Publikasi Artikel Ilmiah dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	“Persepsi Siswa Terhadap Pemanfaatan Laboratorium Virtual dalam Pembelajaran Fisika Topik Gerak Lurus”	Jurnal LPPM UT	Vol. 12, No. 2, September 2011, ISSN: 1411-1942, 8 halaman
2	“Persepsi mahasiswa terhadap pola interaksi dalam tutorial online matakuliah fisika statistik”	Jurnal Pendidikan, UT	Vol. 14, No.1 , Maret 2013, ISSN: 1411-1942
3	“Penerapan Metode Dinamika Molekul untuk Pembelajaran: Konsep titik leleh dan perubahan wujud.	Jurnal Teori dan aplikasi fisika	Vol.01, No.02, Juli 2013. ISSN 2303-016X

#### **F. Pemakalah Seminar (Oral Presentation) dalam 5 Tahun terakhir**

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran Dan	“Pengembangan Computer Assisted Instruction (CAI) Interaktif Dalam	ITB, 7-8 Juni 2012,

	Sains (SNIPS)	Pembelajaran Fisika”	Bandung, Indonesia
2	Seminar Nasional Fisika Terapan III (SNAFT-III-2012),	“Pengembangan Program Dry Lab Dalam Pembelajaran Fisika Sebagai Media Pembelajaran Jarak Jauh”	UNAIR, 15 September 2012
3	Seminar Internasional	The utilization of webinar to enhance students ’interaction in tutorial online	Korea Selatan, 16 – 18 Oktober 2013
4	Seminar Nasional Pendidikan Sains UNESA		UNESA Surabaya, 18 Januari 2014

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Fundamental.

Pondok Cabe, 11 Maret 2013

Pengusul,

(Herawati)

## Lampiran 2b. Biodata Anggota

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr.Dodi Sukmayadi
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	196107271987031002
5	NIDN	0027076103
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Garut, 27 Juli 1961
7	E-mail	<a href="mailto:Dodi6187@gmail.com">Dodi6187@gmail.com</a>
9	Nomor Telepon/HP	981288630409/02129043013
10	Alamat Kantor	Jl Cabe Raya Pondok Cabe, Pamulang Tangerang Selatan
11	Nomor Telepon/Faks	0217490941/7434590
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	Mahasiswa Bimbingan PKP Mahasiswa S2 UT
	Mata Kuliah yg Diampu	1. Pembelajaran Fisika
		2. Profesi Keguruan

### B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Bandung	Florida State Univ.Usa	UPI Bandung
Bidang Ilmu	Pendidikan Fisika	Test and Evaluation	Pendidikan Umum
Tahun Masuk-Lulus	1980-85	1989-91	2004-09
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pemahaman Mahasiswa tentang Filosofi Fisika	-	Filosofi Phenix-Adler-Habermas
Nama Pembimbing/Promotor	Drs Solihin M.Ed.	Dr Tate	Prof.Endang

### C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
1.	2010 (dkk)	Kajian Terhadap Substansi & Media PEFI4309-Praktikum Fisika I	UT	Rp. 20.000.000;
2.	2011	Studi Karakteristik Worldview Remaja	UT	Rp. 20.000.000;
3.	2011 (dkk)	Kajian Terhadap Substansi Bahan Ajar PEFI4424-Biofisika Ditinjau dari Perkembangan IPTEK”,	UT	Rp. 20.000.000;
4.	2011	Kajian Terhadap Substansi	UT	Rp. 20.000.000;

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
	(dkk)	Bahan Ajar PEFI4201-Strategi Pembelajaran Fisika Ditinjau dari BA SBJJ dan Kebermanfaatannya bagi Mahasiswa dalam Mengajar		
5.	2012	Studi Karakteristik Prodi PFIS	UT	Rp. 20.000.000;

Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI maupun dari sumber lainnya

#### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
1.	2010	Sanitasi Lingkungan Kelurahan Pondok Cabe Ilir Pamulang Tangerang Selatan	LPPM-UT	
2.	2011	Penyuluhan Kesehatan dan Pemeliharaan Lingkungan Masyarakat Kelurahan Pondok Cabe Udik dan Ilir	LPPM-UT	
3.	2012	Penanaman Pohon dan Pemeliharaan Hewan Ternak pada Pengolahan Lahan perbatasan antar kota di Jabodetabek	LPPM-UT	
4.	2013	Sosialisasi Kurikulum 2013 di SD Cimaan Puncak	FKIP-UT	

Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI maupun dari sumber lainnya

#### E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
	Building Teachers' Understanding of Classroom Action Research: A Rural Case Study in Indonesia (dkk)	<u>Excellence in Higher Education</u> ” International Online Journal,	Volume 2, Number 2, December 2011, ISSN 2153-9669, 133 pages pp. 121-127
	Inquiry Teaching Learning Using Video Recorded Modeling: Away to Tech Science in Distance Education (dkk)	<u>BRICS-Journal of Education Research</u> : A Peer-Reviewed (Refereed/Juried) International Journal”,	Volume 1, Issue 3 & 4, July-Dec. 2011, ISSN 2231-5829, 200 pages pp. 137-143
	Mencari Filosofi di Dunia Kontemporer dan di Lingkungan Akademis: Sebuah	JURNAL PENDIDIKAN	Vol. 11, No. 2, Sept. 2010, ISSN:

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
	Opini”,	LPPM UT	1411-1942, hal. 51-119 (hal 106 - 119), juga dipublikasikan dalam Online Daftar Jurnal Pendidikan V11.2.2010, Universitas Terbuka

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Semak Intern	Kajian Filosofis Kurikulum Pendidikan Umum (Studi Analisis Filosofi Philip Henry Phenix dalam Matakuliah Cakrawala Pendidikan Umum	FKIP-UT
2.	Chemsitry Asc.Annual Meeting	Online Tutorial in Science	UNJ
3.	ICERI Seminar	Webinar in Online Tutorial	Yogya

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan proposal penelitian.

Tangerang, 24 Februari 2014  
Pengusul,



Dr.Dodi Sukmayadi

**Lampiran 2c. Biodata Anggota****A. Identitas Diri**

1.	Nama Lengkap	Heni Safitri,S.Pd.,M.Si.
2.	Jenis Kelamin	Perempuan
3.	Jabatan Fungsional	Lektor
4.	NIP/NIK	197703102002122002
5.	NIDN	0010037706
6.	Tempat & Tanggal Lahir	Jakarta, 10 Maret 1977
7.	E-mail	henip@ut.ac.id
8.	Nomor Telepon/HP	081908082432
9.	Alamat Kantor	Prodi Pendidikan Fisika PMIPA FKIP-UT Jl.Cabe Raya Pondok Cabe Tangerang Selatan
10.	Nomor Telepon/Faks	021-7434590
11.	Mata Kuliah Yang Diampu	1. Fisika Kuantum 2. Gelombang 3. Praktikum Fisika 4. Teori Relativitas 5. Pembelajaran Fisika

**B. Riwayat Pendidikan**

	<b>S-1</b>	<b>S-2</b>
Nama PT	Universitas Negeri Jakarta	Universitas Indonesia
Bidang Ilmu	Pendidikan Fisika	Ilmu Fisika
Tahun Masuk-Lulus	1996-2002	2008-2010
Judul Skripsi/Tesis	Peningkatan Temperatur Air dengan menggunakan Kolektor Pelat Datar	Pergeseran Fase Hamburan Kaon Nukleon
Nama Pembimbing	Satwiko Sidopekso,Ph.D	Dr. Agus Salam

**C. Pengalaman Penelitian**

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.	2010	Analisis Bahan Ajar Praktikum Fisika	UT	30
2.	2011	Analisis Bahan Ajar Evaluasi Pembelajaran Fisika	UT	20
3	2012	Pengaruh Pemanfaatan Media Sederhana terhadap Hasil Belajar Sains	UT	20

**D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat**

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.	2011	Pemanfaatan Alat Peraga IPA dalam Pembelajaran	UT	3
2.	2012	Pemanfaatan Lingkungan Sekitar dalam Pembelajaran Sains	UT	3

**E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal**

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Persepsi Siswa Terhadap Pemanfaatan Laboratorium Virtual dalam Pembelajaran	Jurnal Pendidikan	Vol. 12, No. 2, September 2011, ISSN:

	Fisika Topik Gerak Lurus	UT	1411-1942, 8 halaman
--	--------------------------	----	----------------------

#### **F. Pemakalah Seminar Ilmiah**

<b>No</b>	<b>Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar</b>	<b>Judul Artikel</b>	<b>Waktu dan Tempat</b>
1.	Seminar Internasional Fisika Ketingan	Phase Shift of Kaon-Nucleon Scattering with Separable Interaction	14 Juli 2010 Solo
2.	International Conference ICDE	The Use Open Educational Resources (OERs) to support the Quality of Learning Teachers: Case Study of Universitas Terbuka	2-5 Oktober 2011 Bali
4	Seminar Nasional Fisika Terapan III	Pemanfaatan Pembelajaran Berbasis Web dalam Fisika	15 September 2012 Surabaya

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Pekerti

Tangerang Selatan, 11 Maret 2013

Pengusul,



Heni Safitri, S.Pd.,M.Si.